For reliable, highly
accurate results
H-1000-3308-01-A

RENISHAW
apply innovation™

高精度スタイラス

目次

第 1 章
高精度測定におけるスタイラスの重要性 ..4

第 2 章
スタイラス構成部品の選択と使用 8

第 3 章
スタイラスの選択と使用 38

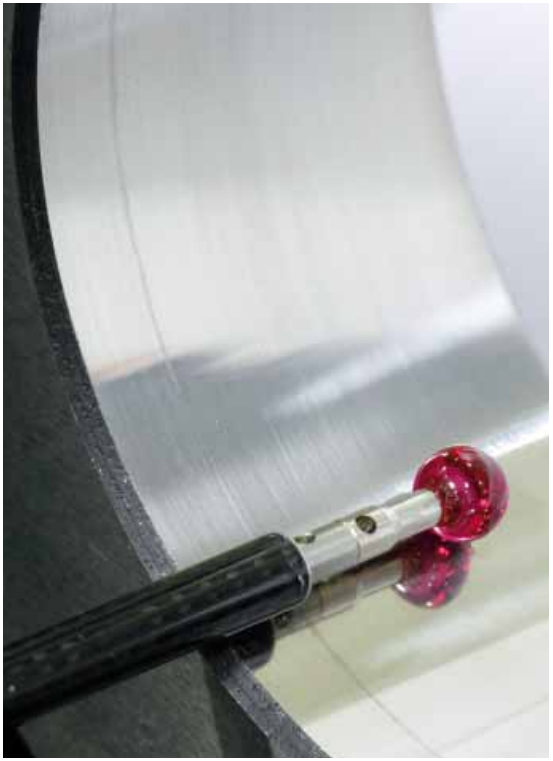
第 4 章
スタイラスのキャリブレーション.....48

第 5 章
スタイラスを使用する上での注意事項 ...52

品質保証：
スタイラス球の検査

高精度測定におけるスタイラスの重要性

近年、品質保証の基準が非常に高くなっています。企業各社は、生産を安定させ優れた品質の製品を提供することはもちろん、対応も迅速に行わないと、市場競争で生き残ることはできません。このような過程では、品質保証と三次元測定技術が決定的な役割を担っています。



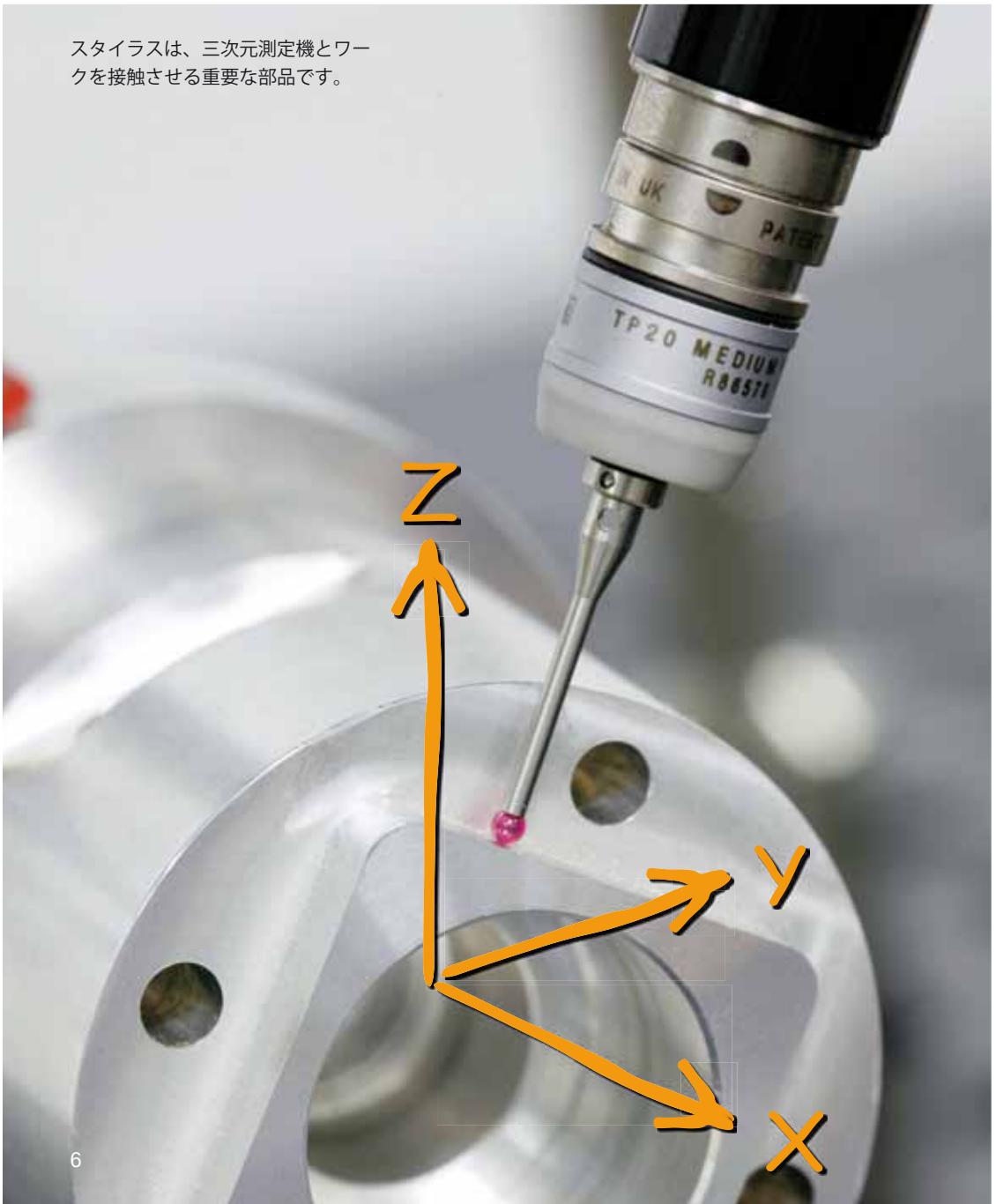
製造業者が競争力を維持するためには、継続的に三次元測定機をアップグレードする必要があります。現在、三次元測定機 が製造プロセスの一部として用いられるようになりなり、高性能の高速スキャニングシステムが非常に短時間で超高精度の測定を保証しています。

レニショーのプローブシステムは、三次元測定分野において常に最先端の技術を担ってきました。また測定の中で、スタイラスとアクセサリの品質が重要な役割を果たすことから、ここではスタイラスに関する技術的な概要を解説いたします。

これを皆様の業務にお役立てください。

Renishaw plc

レニショーのスタイラスはハイテク技術による精度と最高品質を提供します。



スタイラスは、三次元測定機とワークを接触させる重要な部品です。

第 1 章

スタイラスとは？

スタイラスとは、原則的に CMM の「ツール」で、旋盤に対するバイト、およびフライス盤に対するフライスやバイトのような関係を持ちます。

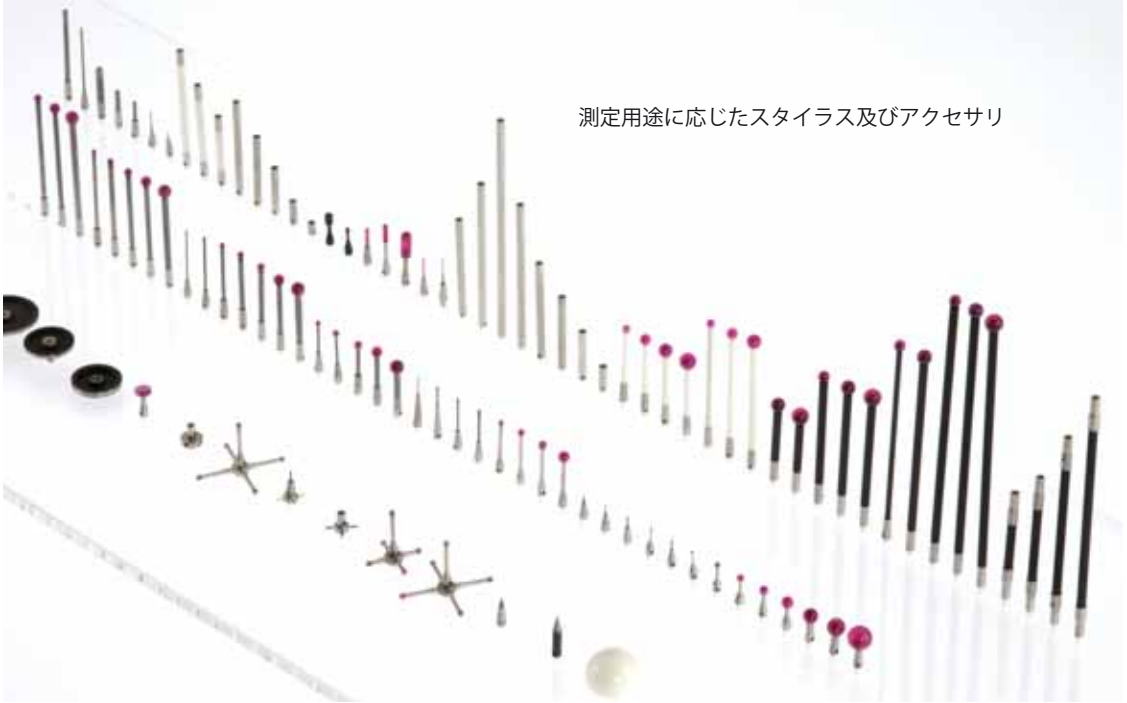
タッチトリガープローブを使用して測定する場合、機械はスタイラスを使用してワーク表面のデータポイントを測定します。

プローブが接触する度に、XYZ の座標値で定義されたポイントが生成されます。これらのポイントから、形状、寸法、輪郭、および位置を算出します。

一方、スキャニングプローブは、ワーク表面に沿って連続的な倣い測定を行います。このデータを高度なソフトウェアで処理することにより、ワークの輪郭、寸法、位置、および形状を算出します。

適切なスタイラス構成部品の選択方法は？
第 2 章では、構成部品の主な要素と材質特性について解説します。

ご覧のように、スタイラスはワークと接触する部分であり、スタイラスが接触点で可能な限り、最高精度を備える必要があります。



測定用途に応じたスタイラス及びアクセサリ

ネジ径変換アダプタを使用すると、例えば、M5 の接続ネジに M2/M3/M4 スタイラスを使用でき、柔軟性が向上します。

スタイラスの選択と使用

スタイラスは測定用途に応じて、最適なものを慎重に選択する必要があります。この章では、主な種類のスタイラスとアクセサリ、および主な構成要素や材質特性について説明します。

取り付けジ径
スタイラス選択の第一は、使用しているプローブが何ミリの取り付けネジを用いているか確認することです（通常 M2、M3、M4、または M5）。

レニショーのセンサーは、各種取り付けネジ径で使用できます。

ツァイス製プローブは、主に M5 と M3 の取り付けネジ径となっています。

スタイラスにネジ径変換アダプタを使用すると、M5 センサーの取り付けネジに M2/M3/M4 スタイラスを使用でき、スタイラスの選択範囲が広がります。

M5

M4

M3

M2

スタイラスを選択する場合には、取り付けネジ径が第一の選択項目となります。レニショーでは、次のように幅広い範囲のスタイラスとアクセサリをご用意しています。

- **あらゆる取り付けネジ径のスタイラス。**
- **あらゆるメーカーのセンサーとアクセサリに合うスタイラス。**
- **CNC 工作機械用プローブのスタイラス。**

アダプタプレートに固定されたスタイラス構成

スタイラスの構成は、ワークの形状に合わせて選択します。

スタイラスは、全ての計測ポイントに容易に接触できる必要があります。スタイラス構成は、検査の基準や測定する各形状に到達できるかなどを考慮の上、慎重に選択してください。

固定式プローブを装備した三次元測定機でワーク全てを測定する際、異なる形のスタイラスコンポーネント、エクステンション、およびナックルを使用して、いくつかのスタイラスを様々な向きに配置することが必要な場合があります。これらコンポーネントの組み合わせがスタイラス構成と呼ばれ、アダプタプレートに固定されます。

レニショーでは、様々な材質のスタイラスコンポーネントを生産しているため、測定用途に応じ最適なスタイラス構成を組み立てることができます。

複数のコンポーネントを使用した複雑なスタイラス構成

スタイラス構成を組み立てる時は、プローブごとに決められている最大質量を確認してください。SP80プローブでは最大 500 グラムのスタイラス構成を取り付けることができます。

ストレートスタイラスでワークに対し面直に測定

スタイラスの種類

レニショーでは、あらゆる測定に対応できるよう非常に幅広い種類のスタイラスとアクセサリを提供しています。さらにスタイラス球を含め、全てのコンポーネントでは、様々な材質のものをご用意しています。
第 3 章では、スタイラスと球材質について説明します。

ストレートスタイラス
ストレートスタイラスは、最もシンプルで最もよく使用される種類のスタイラスで、ストレート軸タイプとテーパー軸タイプがあります。テーパー軸のスタイラスは剛性が高く、ワークに容易にアクセスできる場合に優れた性能を発揮します。

スタイラス球は、ルビー、窒化珪素、ジルコニア、セラミック、超硬製の材質で用意しております。

スタイラスホルダー及び軸部に関しては、チタン、超硬、ステンレススチール、セラミック、カーボンファイバーという様々な材質で用意しております。

主な用途：
直接接触できるシンプルなワーク形状用。

スタイラスの撓みを防止するため、特にタッチトリガープローブシステムを使用する場合には、できるだけ短いスタイラスを使用してください。

測定方向は、座標軸に対して平行に近く、ワーク面に対して直角である必要があります。角度のある穴などを測定する場合などに有効な、プローブを位置合わせするための様々なアクセサリも用意しております。

5つのスタイラスがしっかりと
固定されたスタースタイラス

スタースタイラス
スタイラスがしっかりと固定されたマルチプローブスタイラス構成です。スタイラス球は、ルビー、窒化珪素、ジルコニア製のものがあります。さらに、スタイラスセンターに最高5つのスタイラスを取り付けて独自のスタースタイラスを構成することもできます。

主な用途：
直接接触できる面と穴用。この構成では、スタイラスを交換せずに様々な形状の測定が可能となります。

1つのスタイラス構成で様々な形状の
測定が可能となります。

複雑な内部形状を測定

スイベルスタイラス
必要な角度にスタイラスを調節するために使用できるクランプ機構です。

主な用途：
角度のある面および穴用。この構成は、スタイラスを変更しなくても様々な形状を測定でき、柔軟性が得られます。

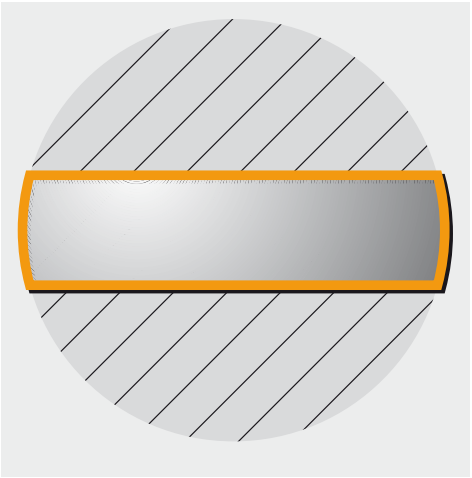
角度のある面および穴に対して柔軟な位置合わせが可能。

ディスクスタイラス
これらのスタイラスは、球体の一部を用いており、レニショーでは様々な直径と厚さのディスクスタイラスをご用意しています。差し込みネジに固定するディスクは、スチール、セラミック、ルビー製のものがあります。このシリーズは回転方向の調整ができ、センタースタイラスとの共用が可能です。これにより、ディスクスタイラスの自由度がさらに向上し、使いやすくなっています。

主な用途：
これらのスタイラスは、スタースタイラスでは検査するのが難しいアンダーカットやボアの溝等を測定する際に使用します。ディスクの円周を用いた測定は、大きなスタイラス球の赤道部で測定することと同じです。しかし、接触面が小さいため、測定ワークに正しく接触させるには、薄いディスクの角度を調整する必要があります。

エッジやアンダーカットを測定するディスクスタイラス

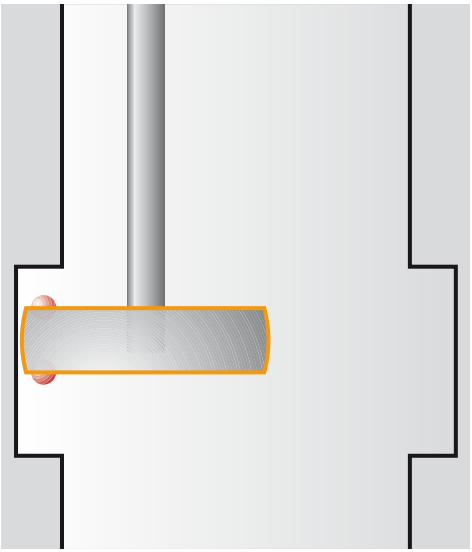
ディスクスタイラスでは、一つの直径方向のみを補正するため、実際の測定はX、Y方向のみとなります。「ラディアスエンドローラー」が付属するディスクスタイラスもあり、「ラディアスエンドローラー」の中心がプローブの直径より外側にあれば、Z方向の基準設定と測定も可能となります。「ラディアスエンドローラー」は、基準球もしくはスリップゲージ上で補正を行うことができます。軸を中心にディスクを回転させ、固定することで、アプリケーションにふさわしい位置に「ラディアスエンドローラー」を配置することができます。



半球ディスクスタイラス
これらのスタイラスは、ディスクの上下各面に半球、すなわちローラーが取り付けられ、Z 方向でのポイントコンタクトを保証します。

主な用途：
アンダーカット、階段状の穴、ボアの溝用。上下に半球スタイラスを使用することで、溝の幅の測定など、Z 方向にも測定を行うことができます。

球が赤道部で切り取られたように、ディスクのエッジがカーブしています。



溝の直径および幅の測定

シリンダースタイラス
シリンダースタイラスは、超硬、ルビー、セラミック製があります。

主な用途：
鉄板、プレス加工のコンポーネント、およびボールスタイラスでは適切な測定が保証できない薄いワーク用。また、ネジ山の測定やネジ穴の中心位置測定等を行うことも可能です。先端に半球がついたシリンダースタイラスは、X、Y、Z 全方向に対し基準設定と測定が可能であるため、表面測定もすることができます。

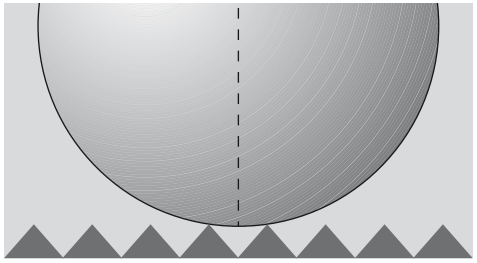
鉄板などの測定に便利なシリンダースタイラス

第 2 章

深いネジ穴の測定

セラミック製半球スタイラス
このスタイラスの利点は、直径が大きいにもかかわらず、重量が小さいことです。

主な用途：
深い形状や穴の測定用。直径が大きいと面粗さの影響が小さくなるため、粗い面の測定にも適しています。



このように大きな径の球を使用することで、粗いワーク面を測定する際、その影響を平均化することもできます。

アダプタプレート

同じ形状を何度も測定するような場合、アダプタプレートにスタイラスを構成しておくと非常に便利です。

組み立てたアダプタプレートは、スタイラスキャビネットまたは CMM のラックに格納しておき、必要な時に使用します。アダプター交換後も、プローブを再較正する必要がないため、すぐ測定に使用できます。プローブラックを使用すると、非常に複雑なワークでも CNC モードで自動測定が可能となります。

レニショー SP80 プローブヘッド用
アダプタプレート

ツァイス製 VAST プローブ
ヘッド用アダプタプレート

アクセサリ

アクセサリは、測定箇所に合わせて色々なスタイラスを構成する時に役立ちます。レニショーでは、広範囲なアクセサリをご用意しております。ここではスペースの関係で一例のみ紹介しておりますが、詳細に関しては製品カタログを参照ください。

ボディ、キューブ
これらを組み合わせてスタイラス構成を作成します。

ナックル
角度のあるワーク面や穴に垂直に接触させるための、角度調整用部品。

ナックルは測定の際、測定圧力によりスタイラス先端の位置が変わらないよう、安定して高精度に製造されていなければなりません。このためには、設計と材質の品質が非常に重要になります。

エクステンション

レニショーでは、様々な長さや材質（スチール、チタン、アルミニウム、セラミック、カーボンファイバー）で、幅広い範囲のエクステンションを製造しています。

主な用途：
エクステンションは、深い形状/穴の測定や、到達が難しい部位の測定に使用します。

カーボンファイバー製
エクステンション

スタイラス同様、測定においてエクステンションの材質も重要な要素になります。特に長いエクステンションでは、材質の熱特性に注意する必要があります。

レニショーのスタイラスで使用される材質

レニショーでは、幅広くさまざまな材質の製品を取り揃えています。ここでは、レニショーで用意している材質について説明します。

ホルダー
スタイラス軸はネジの付いたホルダーに取り付けられます。ホルダーとしてはスチールとチタンが最も適した材質です。チタンはスチールより軽く、軽量なスタイラス構成が必要な場合に使用します。

軸
スタイラスの撓みを抑えるには、軸の剛性をできる限り強くする必要があります。

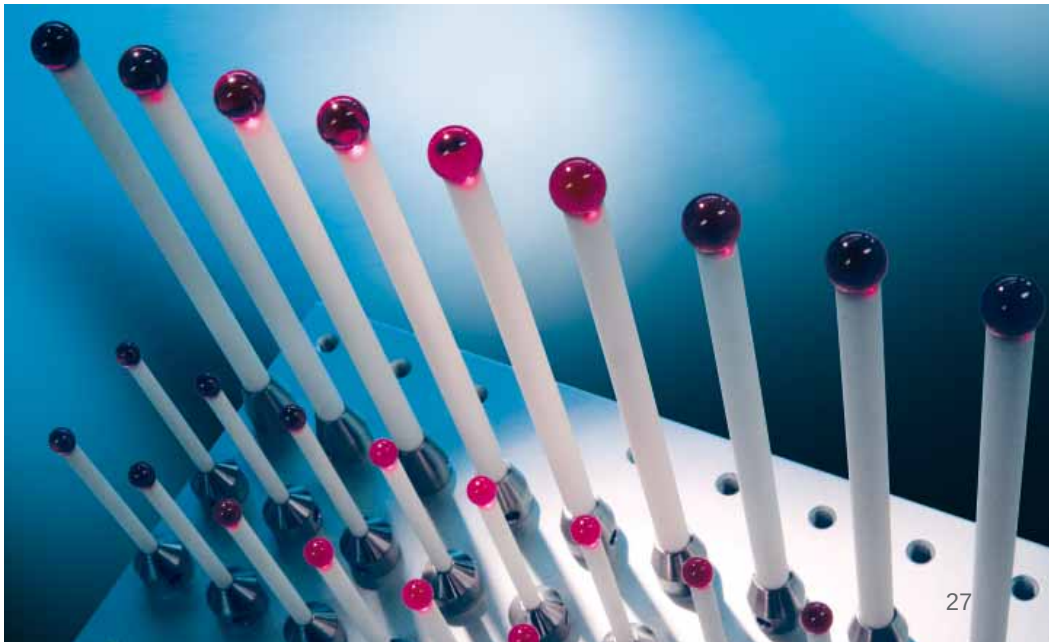
超硬
特に小さな軸径やショルダー形状のスタイラスで、優れた剛性を発揮します。

大きな軸径および長いスタイラスは、重量に注意する必要があります。ほとんどの標準的な用途に最適です。

セラミック
セラミックは軽いため、主に長いスタイラスに用いられます。熱安定性に優れ、製造全般の用途に適しています。また、工作機械の用途では衝突時に破損することを利用し、プローブを保護する用途に用いることもできます。

スチール
剛性に優れ、重量が問題にならないような場合、標準的に用いられます。

カーボンファイバー（優れた熱安定性）
カーボンファイバースタイラスは超硬スタイラスのわずか 20% の重量であるため、これも長いスタイラスに最適です。熱安定性に優れ、特に長いスタイラスで大きな利点を持ち、製造現場での使用にも適しています。



エクステンションの材質はスタイラス軸の材質と同様です。

超硬
撓みに対する剛性の高い超硬軸は、周囲温度が安定した環境、主に測定室での使用に適しています。

スチール
剛性に優れ、重量が問題にならないよな場合、標準的に用いられます。

アルミニウム
非常に軽量でクステンションには理想的ですが、熱膨張性が高いため温度の安定した環境での使用をお勧めします。

セラミック
軽量かつ頑丈で熱安定性に優れ、製造現場での用途にも適しています。

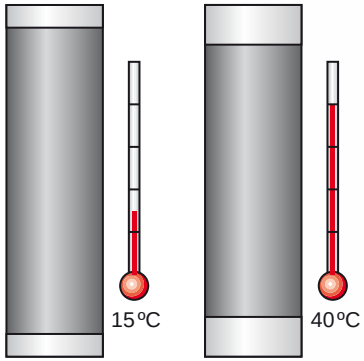
カーボンファイバー（熱安定性に優れ、低質量）
長いエクステンションに用いられる、このハイテク材質は温度が変化する環境では不可欠な製品です。直径 20mm のエクステンションにより、剛性の高いスタイラスを構成することができます。

チタン
アルミニウムに比べ、、剛性が高く非常に軽量で、熱安定性に優れています。このため、長いエクステンションに適しています。

熱安定性に優れた エクステンションの特徴

接続部分には、プラスの熱膨張係数を持つチタンを用い、エクステンションチューブにはマイナスの熱膨張係数を持つカーボンファイバーを用いています。これら 2 つの材料により、熱が加わった時チタンの膨張分だけカーボンファイバーが収縮し、お互いの伸縮を相殺するように設計されています。

この構造により、エクステンションは、摂氏 15 度から 40 度の間で温度が急激に変化しても、ほとんど膨張することがありません。



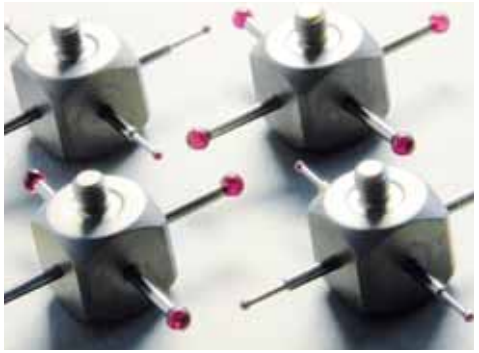
マイナスの熱膨張係数を持つカーボンファイバーとプラスの熱膨張係数を持つチタン製のネジ部。

ネジ部の材質

チタン
製品を軽量にするため、ナックルやキューブなどの大きな M5 アクセサリはチタン材を用いています。

13g

11.2g



スチール
小型の製品は通常ステンレススチールを用いています。

次の点にご注意ください。
製品により、価格はかわりますがスタイラスや関連する製品を選択する時は、測定用途や使用環境を考慮してください。測定の誤差は、時間と資金を無駄にすることになります。

スタイラスとアクセサリの材質の選択

材質選択時の重要な要素：

- **使用環境**
- **長さ/曲げ剛性**
- **センサーごとに決められた許容される最大重量**

この章では、どのように材質を選択するかについて解説します。

温度変化により、深刻な測定誤差が発生することがあります。
空調により摂氏 20 度に保たれた環境で CMM を運転する場合、温度変化の影響は発生しませんが（非常に長いエクステンションを除く）、温度管理が十分でない環境では、温度変化により大幅な熱膨張が発生してプローブまたはエクステンションの長さが変化するため、補正をしないと、測定の誤差につながります。

多少の温度変化でも測定誤差が発生することに注意してください。このようなエラーは、適切な材質のスタイラス軸またはエクステンションを選択することによって低減できます。

カーボンファイバー製の
ロングエクステンション

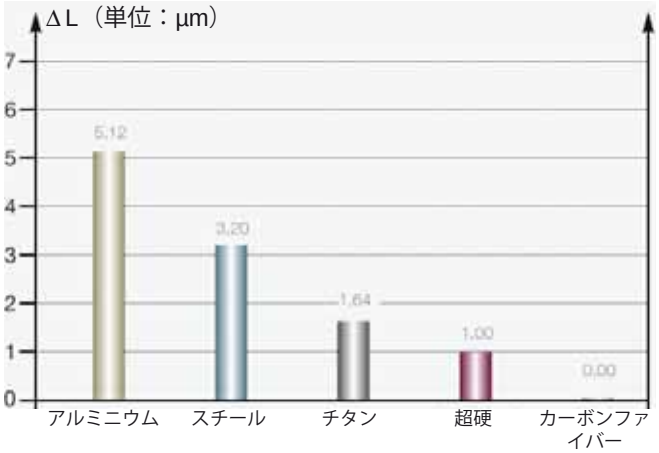
長さの変化の計算

長さがどの程度変化するかは、温度の変化、使用するスタイラス軸の長さ、および材質の膨張特性に依存します。

長さの変化は次の式で計算できます。

$\Delta L = L \times \alpha \times \Delta t$

ΔL = 長さの変化
L = プローブの長さ
α = 膨張係数
Δt = 温度の変化

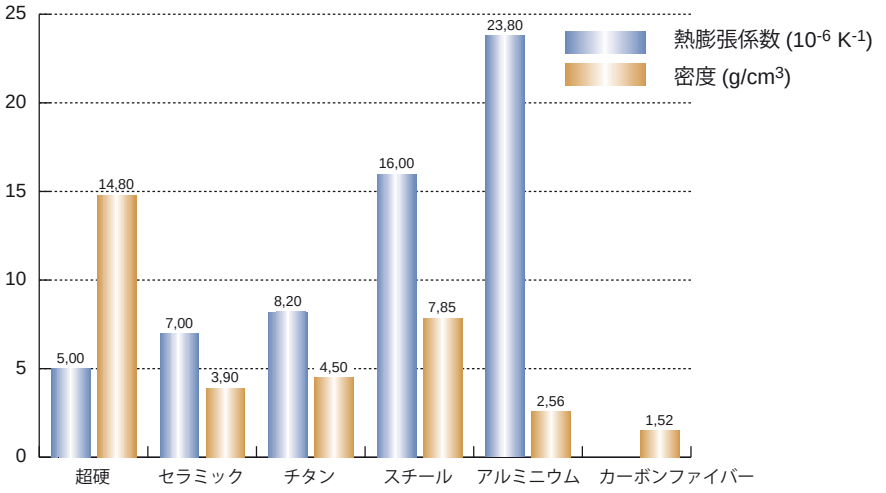


200mm のプローブエクステンションを使用し温度が 1K 変化したときの長さの増加量（単位：µm）

ミクロン単位の測定であることを忘れないで下さい。

材質の熱膨張係数と密度の比較

材質	熱膨張係数	密度(g/cm³)
超硬：	5.0 x 10^{-6} K^{-1}	14.8
セラミック：	7.0 x 10^{-6} K^{-1}	3.9
チタン：	5.5 x 10^{-6} K^{-1}	4.5
スチール：	16.0 x 10^{-6} K^{-1}	7.85
アルミニウム：	23.8 x 10^{-6} K^{-1}	2.56
カーボンファイバー：	~ 0,4 x 10^{-6} K^{-1}	1.52



200mm のプローブエクステンションを使用し温度が 1K 変化したときの長さの増加量（単位：µm）

非常に長いエクステンションには必ずカーボンファイバーを使用してください。このようなケースに他の材質を使用すると、非常にわずかな温度変化でも大きな測定誤差を引き起こすことがあります。

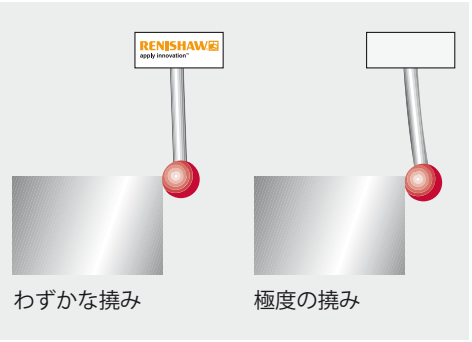
ご覧のように、材質の違いにより熱膨張率と重量には大きな差があります。

カーボンファイバーは、低質量で優れた熱安定性を兼ねそろえた理想的な材質です。

曲げ剛性

プローブの測定圧力でスタイラスが撓むと、測定機の精度に直接影響を与えるため、スタイラス軸は極度に撓まないよう、できるだけ頑丈に設計されている必要があります。 特にあらゆる方向で計測を行うスキャニングでは、スタイラスの撓みの影響を大きく受けます。

重要： スタイラスはできるだけ剛性の高いものを使用してください。



わずかな撓み　　極度の撓み

撓みは、測定精度に直接影響します。

材質の曲げ剛性の比較
材料工学では、固体が変形するときの応力とひずみの関係を弾性率という特質で表します。弾性率が高まるにつれ、材質は変形時に大きな抵抗を示します。従って、高弾性率の材質は剛性が高く、低弾性率の材質は柔軟性が高くなります。

材質	弾性率（単位：kN/mm²）
超硬	620
スチール	200
アルミニウム	70
チタン	150
セラミック	300–400
カーボンファイバー	≥450

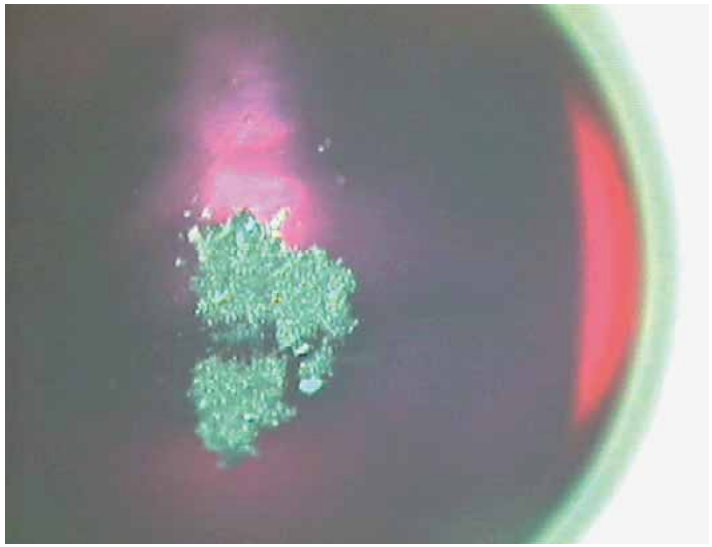
スタイラスの選択と使用

スタイラス球の材質を選ぶ際には、測定方法とワークの材質を考慮します。レニショーでは球の精度として、グレード 3 からグレード 5 の高精度球のみを使用しています。

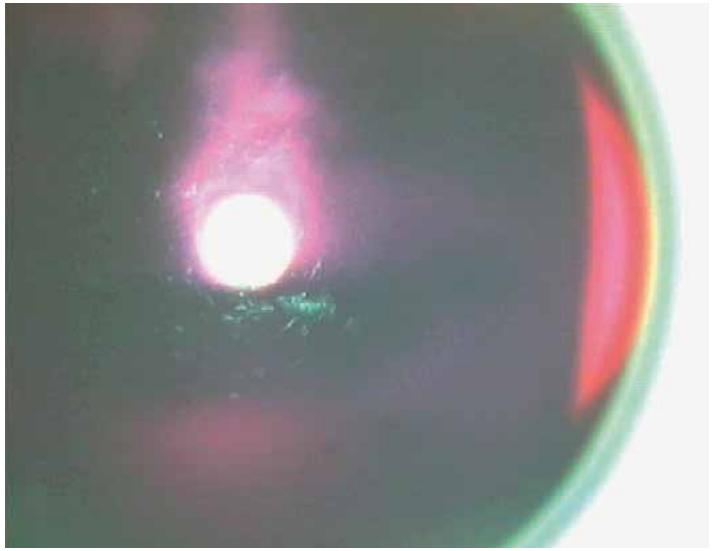
ルビー
ルビーは、ダイヤモンドに次ぐ高硬度の材質であり、多くの場合、スタイラス球として最適な材質です。

窒化珪素
窒化珪素は、ルビーの材料特性に似た磨耗に強いセラミック材質で、球形に加工しやすく、滑らかな表面に研磨することができます。窒化珪素は、アルミニウムに引き寄せられることがありません。このため、ルビーとは異なり、アルミニウム表面のアルミニウム片が球に付着することがないため、アルミニウム表面のスキャニング計測に理想的な材質です。

ジルコニア
ジルコニアはその表面特性により、鋳鉄部品などの磨耗性のあるワーク表面のスキャニング計測に最適な材料です。



350m のスキャニング計測後にルビー球に付着した一般的な不純物



同じルビー球を乾燥した毛羽の出ない布でクリーニングしたところ

スキャニング計測の注意

ポイント測定の場合、スタイラス球はワークの表面に一瞬触れるだけですが、スキャニング計測では、連続してスタイラス球とワーク表面が接触し、長時間スライドしながら計測することになります。

スキャニング計測では、スタイラス球が磨耗したり、スタイラス球に汚れが付着したりすることで、測定精度に影響を与えることがあります。

レニショーでは、球材質とワーク表面の相互作用について幅広く研究しています。

不純物
球の材質に関するあらゆる試験により、スタイラス球の表面には何らかの物質が付着することが確認されています。このため、測定の合間に乾燥した毛羽の出ない布で球を清掃して付着物を取り除くことを推奨しています。

見た目にも明らかな、
ルビー球表面の傷。

磨耗（磨耗しやすい材質のスキャニング計測）
例えば、鋳鉄製のワークを測定した場合、スタイラス球とワーク表面の両方が磨耗する場合があります。さらにスタイラス球とワーク表面は、微小な粒子の破片により傷が付くことがあります。この影響を抑えるため、このような用途にはジルコニア球スタイラスの使用を推奨しています。

アルミニウムが付着た
ルビー球。

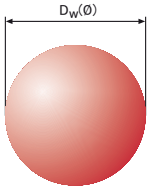
凝着磨耗（アルミニウム部品のスキャニング計測）
ルビー球をアルミニウム材の測定に使用すると、アルミニウムとルビーそれぞれの材質が互いに吸着しようとする現象が現れます。材質は通常、柔らかい表面から硬い表面に付着するため、アルミニウムがルビー球の表面に付着することとなり、スタイラス球の一箇所を使用した計測では、わずか 100m のスキャニング計測を行っただけでもアルミニウムが付着してしまいます。弊社では、この種の用途に窒化珪素球スタイラスを使用することをお勧めしています。窒化珪素はアルミニウムを跳ね返す特性があるため、アルミニウムの付着がほとんど起こりません。

球の精度（グレード）

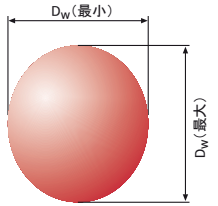
球のグレードは、使用する球の精度クラスを示す等級です。等級は、グレード 48（最低精度クラス）からグレード 3（最高精度クラス）までの範囲になっています。レニショーでは、グレード 3 とグレード 5 の球を使用しています。

精度等級表

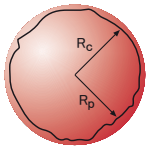
グレード	直径公差	真円度
20	± 0.50 µm	0.50 µm
16	± 0.40 µm	0.40 µm
10	± 0.25 µm	0.25 µm
5	± 0.13 µm	0.13 µm
3	± 0.08 µm	0.08 µm



球の呼び直径 D_W
球サイズを特定するための直径値。



直径公差
1つの球の最大直径と最小直径の差。

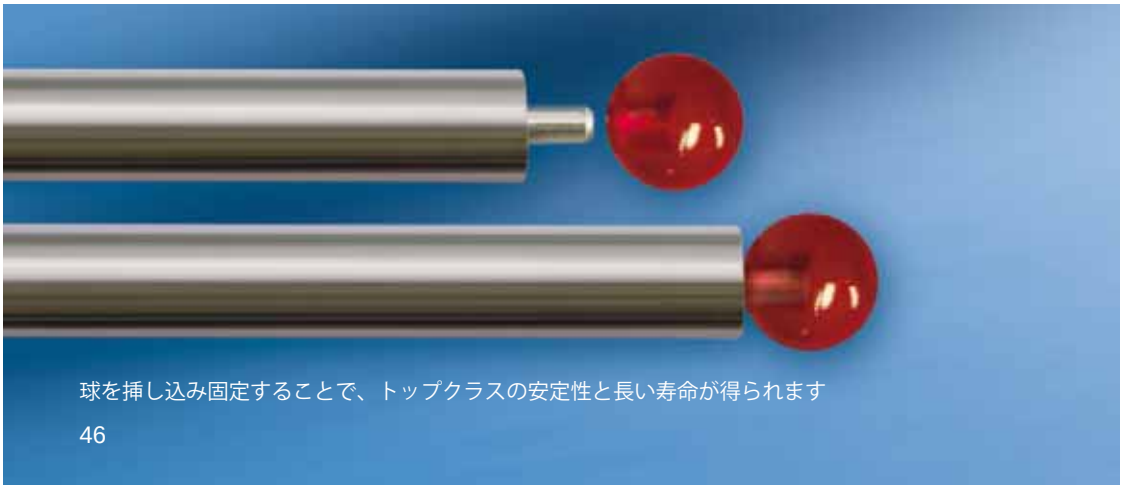


真球度
球の表面に外接する幾何学上の球と球の表面上のあらゆる点の間の半径方向の最大距離。

真球度（球の形状誤差）は測定に直接影響を与えます。

キャリブレーションでスタイラス球中心と球の直径を設定するため、球の直径の公差は三次元計測ではあまり重要ではありません（第 4 章を参照してください）。

差し込み式のスタイラス



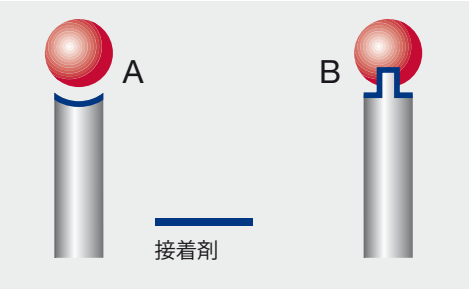
球を挿し込み固定することで、トップクラスの安定性と長い寿命が得られます

キャップ式または挿し込み式ボールアセンブリ

軸と球の結合には、基本的にキャップ接続か挿し込み結合の 2 つの方式があります。レニショーのほとんどのスタイラスは、穴を開けた球に加工した軸を挿し込む、挿し込み結合方式で製造されています。従って通常、直径0.5mmまでは球に穴を開け、加工を施した軸部を差し込み、接着しております。

接着は、製造技術上優れた結合方法ですが、単に球と軸を接着しただけでは、特に細い軸では、接着領域が限られるため、わずかな力がかかっただけでも球が軸から外れることがあります。その点挿し込み結合では、細い軸でも大きな接着領域が得られるため、有効な結合方法といえます。

レニショーのグレード 3（0.08µm の真球度）のボールスタイラスは、穴を開けていない球を球形カップ状に加工した軸に接着しています。高精度球を用いたスタイラスの設計と構造の影響に関する調査では、球に穴を開ける時と、軸を挿し込み接着するときのゆがみにより球の形状が悪化することが確認されています。一方穴を開けない結合方法では、球を固定する前後に測定したところ、固定後も球の形状が仕様内に留まることが確認されています。真球度を測定する測定機および接着力の限界により、グレード 3 のボールスタイラスは直径 1mm 以上のラインナップとなっております。



A: キャップ結合 - 限られた接着領域
B: 差し込み結合 – 接着領域が広く、差し込み式であるため安全

製造の際、挿し込みの長さと穴の深さを一致させることは重要です。穴が深すぎると空気が入ってしまい、Z 方向の測定時に簡単に球が外れることになります。
差し込みが長すぎると、穴の底が円錐形か円形になって空気が入り、安定性が失われることになります。

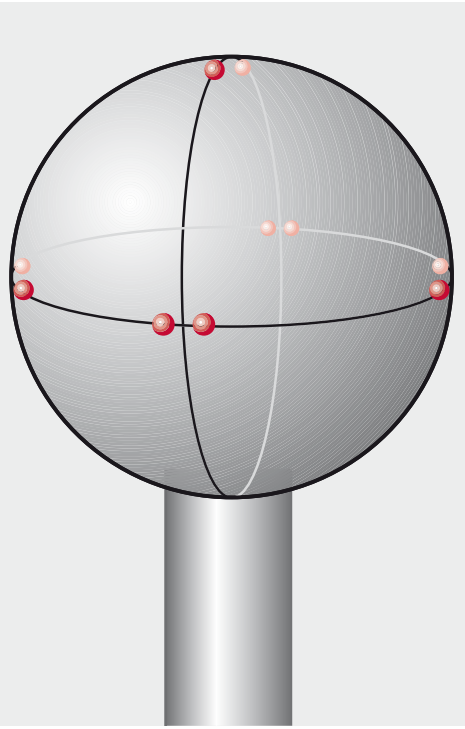
スタイラスのキャリブレーション

計測を開始する前に、使用する全てのプローブを校正する必要があります。校正で得たスタイラス球直径を、三次元測定機のソフトウェアに登録することで正確な測定結果を得ることができます。

メカニズム
専用のプローブキャリブレーションプログラムを用いて、それぞれのボールスタイラス球の中心位置と直径を計算します。（キャリブレーションプログラムについては、各機械メーカーのユーザーマニュアルを参照してください。）

校正するスタイラスで基準球を測定し、スタイラス球の真の直径を求め、測定機のソフトウェアに登録します。通常、基準球には直径の値付けされた精密な球を使用します。較正された球の値は、計測ソフトウェアに入力します。

あらゆる方向の測定をする場合、基準球のいくつかの点（図参照）を用いてスタイラスを校正します。
スキャニングシステムでは、非常に多くの点を取得します。スタイラスの校正を正しく行う手順については、各機械メーカーの取扱説明書を参照してください。



! 複数の CMM を使用する場合は、CMM 毎に正しく基準球の値を登録し、登録した基準球を使用して校正してください。

結果

プローブを校正すると、スタイラス球の補正された有効直径と、機械の座標に対するスタイラス球の中心位置が設定されます。

専用のキャリブレーションプログラムと基準球を使用し、スタースタイラス（十字スタイラス）の校正をすることができます。

初めにセンタースタイラスを校正し、校正された球中心座標は、参照座標としてCMM のデータプロセッサに保存されます。横方向のスタイラスが校正されると、その球の中心座標とセンタースタイラスの球中心位置との差が保存されます。

全てのスタイラスの校正を終えると、CMM ソフトウェアで各スタイラスの中心点の補正を行うことができるようになり、各スタイラスで測定ができるようになります。

これにより、測定にどのスタイラスを使用しても、同じ結果を得ることができるようになります。

測定を行う時は、スタイラスの位置と球の直径は補正されるため、測定に影響を与える要因はスタイラス球の真球度のみになります。

その他形状のスタイラスの校正

スタイラスの校正は、基準球の他に、エンドゲージ、リングゲージ、ピンゲージなどの基準を使用して行うこともできます。一般的には、シリンダースタイラスやディスクスタイラスの校正には、このような基準を使用します。 この場合も基本原理は変わりません。機械メーカーの取扱説明書を参照し、これらのタイプの校正手順を確認してください。

スタイラスを使用する上での注意事項

部品製造メーカーは計測の不確かさを最小限に抑えるため、三次元測定機へ高額の投資を行っています。

スタイラスの精度への影響は大きく、スタイラスボールの真球度が悪い、ボール位置がずれている、ネジ部の加工不良、計測中に軸が撓むなどの理由で測定精度は低下します。測定精度を維持するため、幅広いレニショー製スタイラスの中から最適な製品をお選びください。

チェックリスト

- できるだけ短く剛性の高いスタイラスを使用してください。
  長いスタイラスを使用する場合、十分な剛性を備えているか確認してください。
- 使用するスタイラスのネジ部や接続部に問題がないか確認してください。これにより、スタイラスが確実に固定されていることを保証できます。
- 測定値がばらつくような時は、プローブがしっかりと固定されているかチェックしてください。
- 磨耗したスタイラスは交換してください。
- 熱安定性に優れたスタイラスを使用していますか。温度環境に適した材質を使用してください。
- スタイラスを組み合わせる場合は、センサーごとにもっている許容される最大質量を確認してください。
- 不要な接続は避け、組み合わせるパーツの数は可能な限り少なくしてください。
- スキャニング計測を行う場合：アルミニウム材のワークをスキャニング計測する場合は、窒化珪素球のスタイラスを使用するようお勧めします。
- できる限り大きなスタイラス球を使用してください。
  大きなスタイラス球はフィルタと同じような働きをし、ワーク表面の微小な凹凸の影響を受けにくいため、不要な計測誤差（段形状）を排除することができます。
- スタイラスは、測定面に対して直角か、またはできるだけ直角に近づけて測定してください。角度のある測定面には、あらかじめ角度をつけたキューブジョイントや角度調節可能なナックルジョイントを使用して測定してください。

  角度のある穴の測定でも同様にスタイラスの角度調整が必要になります。
- 測定時の圧力と測定機の動的性能がスタイラスに適していることを確認してください。軸の細い小さなボールスタイラスを使用する場合は、必要に応じて測定圧力を低くするなど注意が必要です。

メモ

メモ

レニショー株式会社
東京都新宿区四谷
四丁目29番地8
160-0004
日本

T 03 5366 5316
F 03 5366 5320
E Japan@renishaw.com
www.renishaw.jp

RENISHAW
apply innovation™

レニショーは、お客様の問題解決のために技術革新を続けています。

レニショーは、高性能かつコスト効果の高い計測ソリューションや生産性の向上に寄与するソリューションを提供し続ける、計測器業界の世界的リーダーとして御好評を頂いております。世界中に展開する各国現地法人及び代理店のネットワークにより、迅速なサービスサポートを行ないます。

レニショーは、国際規格ISO9001に準拠した製品設計、開発、製造を行なっています。

レニショーは、下記の製品を使用した革新的なソリューションを提供しています。

- **CMM(Co-ordinate measuring machines: 三次元測定器）用プローブシステム**
- **工作機械用ワークセットアップ、工具計測及びワーク計測システム**
- **スキャニング及びデジタイジング専用システム**
- **工作機械等の精度検査及びキャリブレーション用レーザーシステム及び自動ボールバーシステム**
- **高精度ポジションフィードバック用エンコーダシステム**
- **研究機関や製造現場用の分光分析式非破壊材料検査システム**
- **ワーク計測及びツール計測用スタイラス各種**
- **多様なアプリケーションに応じたカスタムソリューション**

レニショーワールドワイド

オーストラリア
T +61 3 9521 0922
E australia@renishaw.com

オーストリア
T +43 2236 379790
E austria@renishaw.com

ブラジル
T +55 11 4195 2866
E brazil@renishaw.com

カナダ
T +1 905 828 0104
E canada@renishaw.com

中国
T +86 21 6180 6416
E china@renishaw.com

チェコ
T +420 548 216 553
E czech@renishaw.com

フランス
T +33 1 64 61 84 84
E france@renishaw.com

ドイツ
T +49 7127 9810
E germany@renishaw.com

香港
T +852 2753 0638
E hongkong@renishaw.com

ハンガリー
T +36 23 502 183
E hungary@renishaw.com

インド
T +91 80 6674 6751
E india@renishaw.com

イスラエル
T +972 4 953 6595
E israel@renishaw.com

イタリア
T +39 011 966 10 52
E italy@renishaw.com

日本
T +81 3 5366 5324
E japan@renishaw.com

マレーシア
T +60 3 5631 4420
E malaysia@renishaw.com

オランダ
T +31 76 543 11 00
E benelux@renishaw.com

ポーランド
T +48 22 577 1180
E poland@renishaw.com

ロシア
T +7 495 231 1677
E russia@renishaw.com

シンガポール
T +65 6897 5466
E singapore@renishaw.com

スロベニア
T +386 1 527 2100
E mail@rls.si

韓国
T +82 2 2108 2830
E korea@renishaw.com

スペイン
T +34 93 663 34 20
E spain@renishaw.com

スウェーデン
T +46 8 584 90 880
E sweden@renishaw.com

スイス
T +41 55 415 50 60
E switzerland@renishaw.com

台湾
T +886 4 2473 3177
E taiwan@renishaw.com

タイ
T +66 2746 9811
E thailand@renishaw.com

トルコ
T +90 216 380 92 40
E turkiye@renishaw.com

イギリス（本社）
T +44 1453 524524
E uk@renishaw.com

アメリカ
T +1 847 286 9953
E usa@renishaw.com

その他
T +44 1453 524524
E international@renishaw.com

© Renishaw plc 2008 – 2009. All rights reserved.

パーツ No: H-1000-3308-01-A